

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-210318

(43)Date of publication of application : 02.08.1994

(51)Int.Cl.

B21B 17/14

B21B 27/02

B21B 37/12

B21B 37/12

(21)Application number : 05-279944

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 09.11.1993

(72)Inventor : KURODA KOICHI  
IMAMURA YOICHI  
NAKASUJI KAZUYUKI  
HAYASHI CHIIRO

(30)Priority

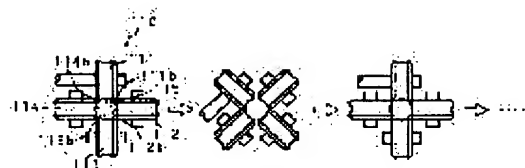
Priority number : 04345468  
04345469Priority date : 30.11.1992  
30.11.1992Priority country : JP  
JP

## (54) ROLLING METHOD OF TUBE AND DEVICE TO BE USED THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a device and its method by which the cold rolling of a tube can be continuously performed without making the uneven thickness of the tube occur by using a prescribed roll.

CONSTITUTION: Plural stands providing four rolls, 111, 112, 113 and 114 are tandem arranged by making calibers 115, 115,... coincide so that the phase of the rolls of the adjacent stands differs by 45° around a path line. On the other hand, the grooves 111b, 112b, 113b and 114b of these rolls 111, 112, 113 and 114 are accommodated to satisfy the following conditions: (a)i&gt;(b)i, (a)i&lt;(b)i-1, where (a)i is caliber radius of the roll groove center part of the (i)th stand, (b)i-1 is caliber radius of the roll groove center part of the (i)-1st stand.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3316979

[Date of registration] 14.06.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-210318

(43)公開日 平成6年(1994)8月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 B 17/14	Z	8015-4E		
27/02	D	8727-4E		
37/12	B B S			
	1 1 5 B	8315-4E		

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 17 頁)

(21)出願番号	特願平5-279944	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成5年(1993)11月9日	(72)発明者	黒田 浩一 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-345468	(72)発明者	今村 陽一 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
(32)優先日	平4(1992)11月30日	(72)発明者	中筋 和行 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
(33)優先権主張国	日本(J P)	(74)代理人	弁理士 河野 登夫
(31)優先権主張番号	特願平4-345469		
(32)優先日	平4(1992)11月30日		
(33)優先権主張国	日本(J P)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 管の圧延方法及びその実施に使用する装置

(57)【要約】

【目的】 4ロールを用いることによって偏肉を生じることなく管を連続的に冷間圧延できる装置及びその方法を提供すること。

【構成】 4つのロール111, 112, 113, 114を備えたスタンド複数を、相前後するスタンドのロールがバスラインを軸にその位相が45度異なるように、孔型115, 115…を一致させてタンデムに配置する。一方これらのロール111, 112, 113, 114の溝111b, 112b, 113b, 114bは下記の条件を満たすべくなされている。

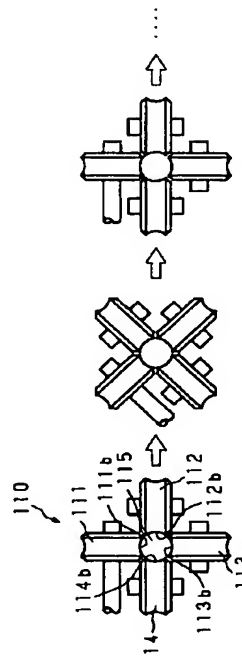
$a_i > b_i$

$a_i < b_{i-1}$

但し、 $a_i$  : i 番目のスタンドのロール溝縁部の孔型半径

$b_i$  : i 番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

$b_{i-1}$  : i-1 番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 4つのロールを備えた複数のスタンドを、相前後するスタンドのロールが前記スタンドにて形成されるバスラインを中心に略45度位相が異なるようにタンデムに配置し、これらスタンドに冷間状態の被圧延管を連続的に通して被圧延管の外径を圧延縮小する圧延方法において、  
前記ロールに、ロール溝が下記の条件を満足する略円形孔型を形成するロールを用いることを特徴とする管の圧延方法。

$$a_i > b_i$$

$$a_i < b_{i-1}$$

但し、 $a_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝縁部の孔型半径

$b_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

$b_{i-1}$  :  $i-1$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

【請求項2】 前記ロールにはロール溝底直径が前記被圧延管の外径の5倍以上であるロールを用い、1スタンド当たり12%以下の外径圧下率にて被圧延管の外径を縮小する請求項1記載の管の圧延方法。

【請求項3】 前記被圧延管の最上流側スタンドのロールの溝中央部での周速度に対する最下流側スタンドのロールの溝中央部での周速度の増速比が、スタンド管に張力が作用しない基準増速比の1.0倍から1.8倍となるような各スタンドのロールの周速度を調節して被圧延管を圧延する請求項2記載の管の圧延方法。

【請求項4】 前記スタンドの最下流側スタンドの出側にダイスが設けてあり、該ダイスにより圧延縮小された被圧延管をサイジングする請求項1記載の管の圧延方法。

【請求項5】 前記ダイスの出側にピンチロールが設けてあり、前記被圧延管の尾端部が前記ロールとダイス間にて停止した際に、前記ピンチロールにより前記尾端部を引き抜く請求項4記載の管の圧延方法。

【請求項6】 前記複数のスタンドの入側又はスタンド間に前記被圧延管の尾端部を検知する検知手段を少なくとも1つ設けてあり、該検知手段の結果に基づいて前記ピンチロールを作動又は停止させる請求項5記載の管の圧延方法。

【請求項7】 4つのロールを備えた複数のスタンドを、相前後するスタンドのロールが前記スタンドにて形成されるバスラインを中心に略45度位相が異なるようにタンデムに配置し、これらスタンドに冷間状態の被圧延管を連続的に通して被圧延管の外径を圧延縮小する圧延装置において、

前記ロールは、ロール溝が下記の条件を満足する略円形孔型を形成してなることを特徴とする管の圧延装置。

$$a_i > b_i$$

$$a_i < b_{i-1}$$

但し、 $a_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝縁部の孔型半径

$b_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

$b_{i-1}$  :  $i-1$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

【請求項8】 前記ロールは、前記被圧延管の外径の5倍以上のロール溝底直径を有する請求項7記載の管の圧延装置。

【請求項9】 前記スタンドの最下流側スタンドの出側に、圧延縮小された被圧延管をサイジングするためのダイスを備える請求項7記載の管の圧延装置。

【請求項10】 前記ダイスの出側に、前記被圧延管の尾端部を引き抜くためのピンチロールを備える請求項9記載の管の圧延装置。

【請求項11】 前記複数のスタンドの入側又はスタンド間に前記被圧延管の尾端部を検出する検知手段を少なくとも1つ備え、該検知手段の結果に基づいて前記ピンチロールが作動又は停止するように構成された請求項10記載の管の圧延装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、炭素鋼及びステンレス鋼等の中空管を冷間状態で連続的に外径縮小する圧延方法およびその装置に関し、特に連続冷間絞り圧延、加えてダイス加工を行う方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】金属管を製造する方法に、熱間絞り圧延法がある。これは円弧状の溝を形成した3つのロールを備えたスタンドを複数台タンデムに配置し、加熱した母管をこれらのスタンドに通すことにより、連続的に母管の外径を縮小させるものである。しかしこの方法は熱間圧延であるため、製品の寸法精度及び表面品質に問題があり、また加熱炉の設備及びその燃料等によりコストがかかるといった問題があった。

【0003】また、金属管の製造において1インチ以下の小径管を製造する場合は、一般に熱間圧延にて製造された中空母管を酸洗、潤滑処理後、ダイスによる冷間抽伸法或いはビルガーミルによる冷間圧延法によって製造されている。

【0004】図15は、前者の冷間抽伸法を用いて管材を製造する場合の装置構成を示した模式的側面図である。図中21は管材であり、円孔を有するダイス22に管材21を挿通させる。ダイス22の出側には所定間隔離隔して引抜き機23が配設されており、小径管を引き抜いて縮径するようになっている。このとき、ダイス22と引抜き機23の間に配されたチャック24が小径管を把持する。この把持のために、抽伸の前処理として管材21の一端を細くする口絞り加工を施す工程が必要である。また、引抜きの際に管材に大きな張力を作用させるが、この張力は母管が破断しない程度に制限せざる

を得ず1パスでの加工率に制限があり、更に総加工率が大きくなると母管が加工硬化するため、中間焼鈍を施す必要があり、歩留り及び作業能率が低い。

【0005】一方後者の冷間圧延法は、円周に沿って次第に細くなった溝を設けた対をなすロールを用い、このロールにより管材を保持して圧下しつつロールを往復運動することにより管材を縮径する加工法である。この冷間圧延法では、1パスでの母管の加工度は前者より大きくし得るが、圧下に伴いロールを往復運動させるために作業能率は前者より劣る。

【0006】また小径管を製造する場合には、前述した熱間絞り圧延法を用いる場合もあり、熱間絞り圧延法により歩留り及び作業能率は顕著に向上するが、上述したように製品の寸法精度及び表面品質に問題があり、また加熱炉の設備及びその燃料等によりコストがかかるといった問題があった。

【0007】そのため特開昭63-33105号公報及び鉄鋼協会第118回講演大会論文集(CAMP-1S1J, Vol. 2 (1989)-1494)に開示されている如く、前記熱間圧延を冷間圧延に適応した3ロール式の冷間絞り圧延法が提案されている。

【0008】図16(a)は絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式的側面図であり、図16(b)は絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式的正面図である。図中25はロールであり、バスラインXの回りに120°間隔で配した3つのロール25、25、25を有するスタンド26、27、28、…がバスライン方向に複数配置されている。各スタンドは夫々の孔型を一致させ、隣接するスタンドのロール配置の位相を60°異ならせ、かつその孔径が漸次小さくなるようにタンデムに配置されている。そして最終スタンドにはラウンド孔型のスタンドが配置される。

【0009】スタンドの孔型にはラウンド孔型又はオーバル孔型が用いられる。図17(a)、(b)は3ロール式の絞り圧延機に使用される孔型を示す断面図であり、図17(a)はラウンド孔型を、図17(b)はオーバル孔型をそれぞれ示している。ラウンド孔型は孔型中心に中心を持つ円弧R<sub>1</sub>から構成される孔型であり、オーバル孔型は孔型の逃し部に、その円弧の中心がロール隙間の中心線上にある、もう一つの円弧R<sub>2</sub>を設けた孔型である。

【0010】このような、3ロールから成るオーバル孔型及びラウンド孔型を備えるスタンド間では、その速度比を単スタンドでの管材の延伸率に比べて大きく設定することによりスタンド管材に張力を与えつつ、これらのスタンドに母管を連続的にパスさせて所要の外径に縮小する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このように熱間圧延を冷間圧延に適応した3ロール式冷間絞り圧延法

においては、後述する理由により周方向にて管肉が増減する所謂偏肉が発生し、図18に示す如く管材の断面の内面形状が六角形に角張るといった問題があった。即ち熱間絞り圧延ではロールと母管との摩擦係数が0.3であり、これにより各スタンド間で十分な張力が得られるため、前述した偏肉の発生原因となる増肉が十分抑制されて偏肉は殆ど生じないのであるが、冷間絞り圧延では前記摩擦係数が0.1以下と熱間の場合の1/3以下であり、各スタンド間で十分な張力を得ることができず、ロール溝底部及びロール溝縁部に当接する部分の間における管周方向の不均一な増肉傾向を抑制できないからである。

【0012】またスタンド間張力を増加させるために、スリップによる母管のロールへの焼付きが発生し、または所望の張力が得られないためにロール隙間への母管の噛み出しが発生するといった問題があった。

【0013】そこでこの問題を解決すべくロールの溝底直径を母管の外径の10倍以上にして圧延する方法が特開平4-4905号公報に開示されている。図19(a)、図19(b)は母管の外径とロール溝底直径の比及び母管の圧下を説明する概念図であり、夫々、ロールの正面図及びロールの側面図である。これらの図により前記特開平4-4905号公報に開示されている方法を説明する。中心軸c<sub>2</sub>から外周面までの距離がD<sub>2</sub>/2の母管Aのバスラインの回りには3つのロール31、32、33が配設されており、それらのロールの溝底半径である軸心c<sub>1</sub>から溝底までの距離はD<sub>1</sub>/2である。そしてD<sub>1</sub>/D<sub>2</sub>が10以上であるロール31、32、33を用いることにより摩擦力を高め、冷間にて母管Aの外径を連続的に縮小している。

【0014】ところで前述の如き従来の方法では、ロール溝底直径を母管の外径の10倍以上に大きくすることによって、ロールと母管との接触面積を増大させるため、摩擦係数が低い冷間絞り圧延法においても十分な摩擦力を得ることができ、これによって必要なロール間張力が得られる。しかし接触面積の増大はロール反力、即ち圧延荷重の増大を招くため、圧延のための所要動力及びトルクの増大を生じ、またロール溝底直径の増加はロール体積の増大、延いては設備の大幅な増大をもたらす、経済的及び設備的な問題があり、更に3ロール式の圧延方法はロール隙間への管の噛み出しが発生し易く、1スタンド当たりの圧下率を大きくすることができないため、圧延効率が低く、また所要の外径に縮小するに要するスタンド数が増加するため、設備が大きくなるといった問題があった。

【0015】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、4つのロールを用いることによって偏肉を生じることなく連続的に冷間絞り圧延を行うことができる方法及びその実施に使用する装置を提供することにある。また、4つのロールを用い、出側に配したダイスにてサイジングを施すことによ

10

20

30

40

50

り、少ないスタンド数で圧延管の寸法精度及び歩留りを向上せしめる方法及びその実施に使用する装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る管の圧延方法は、4つのロールを備えた複数のスタンドを、相前後するスタンドのロールが前記スタンドにて形成されるバスラインを中心に略45度位相が異なるようにタンデムに配置し、これらスタンドに冷間状態の被圧延管を連続的に通して被圧延管の外径を圧延縮小する圧延方法において、前記ロールに、ロール溝が下記の条件を満足する略円形孔型を形成するロールを用いることを特徴とする。

$$a_i > b_i$$

$$a_i < b_{i-1}$$

但し、 $a_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝縁部の孔型半径

$b_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

$b_{i-1}$  :  $i-1$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

【0017】第2発明に係る管の圧延方法は、第1発明において、前記ロールにはロール溝底直径が前記被圧延管の外径の5倍以上であるロールを用い、1スタンド当たり12%以下の外径圧下率にて被圧延管の外径を縮小することを特徴とする。

【0018】第3発明に係る管の圧延方法は、第2発明において、前記被圧延管の最上流側スタンドのロールの溝中央部での周速度に対する最下流側スタンドのロールの溝中央部での周速度の増速比が、スタンド管に張力が作用しない基準増速比の1.0倍から1.8倍となるような各スタンドのロールの周速度を調節して被圧延管を圧延することを特徴とする。

【0019】第4発明に係る管の圧延方法は、第1発明において、前記スタンドの最下流側スタンドの出側にダイスが設けてあり、該ダイスにより圧延縮小された被圧延管をサイジングすることを特徴とする。

【0020】第5発明に係る管の圧延方法は、第4発明において、前記ダイスの出側にピンチロールが設けてあり、前記被圧延管の尾端部が前記ロールとダイス間にて停止した際に、前記ピンチロールにより前記尾端部を引き抜くことを特徴とする。

【0021】第6発明に係る管の圧延方法は、第5発明において、前記複数のスタンドの入側又はスタンド間に前記被圧延管の尾端部を検知する検知手段を少なくとも1つ設けてあり、該検知手段の結果に基づいて前記ピンチロールを作動又は停止させることを特徴とする。

【0022】第7発明に係る管の圧延装置は、4つのロールを備えた複数のスタンドを、相前後するスタンドのロールが前記スタンドにて形成されるバスラインを中心に略45度位相が異なるようにタンデムに配置し、これら

スタンドに冷間状態の被圧延管を連続的に通して被圧延管の外径を圧延縮小する圧延装置において、前記ロールは、ロール溝が下記の条件を満足する略円形孔型を形成してなることを特徴とする。

$$a_i > b_i$$

$$a_i < b_{i-1}$$

但し、 $a_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝縁部の孔型半径

$b_i$  :  $i$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

$b_{i-1}$  :  $i-1$  番目のスタンドのロール溝中央部の孔型半径

【0023】第8発明に係る管の圧延装置は、第7発明において、前記ロールは、前記被圧延管の外径の5倍以上のロール溝底直径を有することを特徴とする。

【0024】第9発明に係る管の圧延装置は、第7発明において、前記スタンドの最下流側スタンドの出側に、圧延縮小された被圧延管をサイジングするためのダイスを備えることを特徴とする。

【0025】第10発明に係る管の圧延装置は、第9発明において、前記ダイスの出側に、前記被圧延管の尾端部を引き抜くためのピンチロールを備えることを特徴とする。

【0026】第11発明に係る管の圧延装置は、第10発明において、前記複数のスタンドの入側又はスタンド間に前記被圧延管の尾端部を検出する検知手段を少なくとも1つ備え、該検知手段の結果に基づいて前記ピンチロールが作動又は停止するように構成されたことを特徴とする。

【0027】

【作用】本発明の管の圧延方法及び装置では、全周にわたって略均一な圧下を行い得る4ロールを用いた冷間絞り圧延において、孔型を形成するロールの溝を中央部の半径より縁部の半径を長くしているため、孔型に逃げ部が形成され、この逃げ部にて管の噛み出し及び管表面への疵形成が低減され、また溝縁部の半径をその1つ上流のスタンドのロールの溝の中央部の半径より小さくするため、ロールの溝中央部と溝縁部での管軸求心方向へ均一な圧下が可能となり、偏肉の発生を抑制する。

【0028】また、本発明の管の圧延方法及び装置では、上述の孔型を形成する4ロールを用いた冷間絞り圧延において、ロール溝底直径が被圧延管の外径の5倍以上であるロールを用いるため、3ロール式の場合より小さい直径のロールで噛み込み不良を生じることなく、圧延後の内面角張りのない冷間圧延を行い得る。更に1スタンド当たりの外径圧下率を12%以下とする圧延方法では、ロールのスリップ及びロールへの被圧延管の焼付が発生することなく高い圧下率にて圧延を行い得る。このため1スタンド当たりの圧下率を2ロール及び3ロールの場合より大きく設定しても、ロール隙間への母管の噛み出しが発生しにくいので、所要の総外径縮小量に要す

るスタンド数を少なくすることができる。

【0029】また、加えて入側スタンドのロールの速度に対する出側スタンドのロールの速度の増速比が、スタンド間に張力が作用しない基準増速比の1.0倍から1.8倍となるように各スタンドのロールの速度を調節するため、ロールがスリップすることなくスタンド間の張力が得られ、被圧延管の外径縮小にて生じる増肉を抑制する。

【0030】さらに、本発明の管の圧延方法及び装置では、上述の孔型を形成する4ロールを用いた冷間絞り圧延で、被圧延管の縮径を行った下流側でダイスにて外径を軽圧下サイジングするので、仕上がり寸法の精度を向上させる。

【0031】また、加えてダイスの下流側にピンチロールを備えているので、管の尾端部がダイス直前で停止した場合には、ピンチロールが管を保持して回転することにより、管を引き抜くことができる。さらに、尾端部の位置を検知する検知手段を備え、検知手段により尾端部が停止するタイミングを判断してピンチロールが管を保持することにより、管に疵を与えない。

【0032】

【実施例】以下、本発明をその実施例を示す図面に基づき具体的に説明する。図1は本発明に係る冷間絞り圧延機の孔型の構成例を示す正面図であり、図中111、112、113、114はロールである。ロール111、112、113、114は孔型115を形成すべく溝111b、112b、113b、114bがその周面に形成されており、ロール111、114の両側面及びロール112、113の片側面には互いに周面で歯合すべくインターナルギア116、116、…がそれぞれ固定されている。そしてロール111、112、113、114及びインターナルギア116、116…は十字に開口されたロールハウジング110の各開口部に回転可能に配設されたロール軸111a、112a、113a、114aに固定されており、ロールハウジング110の側壁から突出したロール軸111aを駆動させることによりインターナルギア116、116…によって、全てのロール111、112、113、114を同時に駆動することができるようになされている。

【0033】図2はスタンドの配列を説明する模式図である。各スタンドはそれぞれの孔型115、115…を一致させてタンデムに配置されている。そして各スタンドのロール111、112、113、114はそれより上流のスタンドのロール111、112、113、114に対しバスラインを軸に相対的に45度その位相を異ならせている。

【0034】図3(a)、(b)、(c)は孔型を形成するロール数によるロール隙間部の中空母管に作用する応力の状態をベクトルで表した模式図であり、図3(a)及び図3(b)は2ロール及び3ロールの場合を示し、図3(c)

は本発明の4ロールの場合を示している。図から明らかな如く、2ロールの場合は母管Aがロール隙間部方向への応力を受けてロール隙間部に噛み出す虞があり、また3ロールの場合はロール隙間部において管軸求心方向より周方向への応力が作用して偏肉の原因となる。これに対し本発明の4ロールの場合は、ロール隙間部において周方向への応力が抑制され全周にわたって略均一な圧下を行い得る。またこのため、1スタンド当たりの圧下率を2ロール及び3ロールの場合より大きく設定しても、ロール隙間への母管の噛み出しが発生しにくいので、所要の総外径縮小量に要するスタンド数を少なくすることができる。

【0035】またさらに、孔型を形成するロールの周面に削成される溝の両縁部では、ロール間の隙間への母管の噛み出し及び溝縁部の母管への疵形成を防止するために、溝縁部の孔型半径を溝底部の孔型半径よりも大きくしている。これについて以下に説明する。

【0036】図4は本発明に係る孔型形状を説明する模式図であり、図中iはi番目のスタンドのロール、(i-1)は前記スタンドより1つ上流の(i-1)番目のスタンドのロールである。前述の如くロールiはロール(i-1)とバスラインを軸に相対的に45度その位相が異なっている。隣接するロールiで形成される孔型仮想線とバスラインが通る孔型中心Oからロール隙間中間部への仮想線OYとの交点をP、とし、前記孔型仮想線とロールiの溝中央部との接点をQ、とするとき、OP、間距離はロールiの隙間中間部に対する半径であり、OQ、間距離は溝中央部である溝底部に対する半径b<sub>i</sub>である。

【0037】なお、図4に示すようにロール隙間が存在するが、このロール隙間は、例えば0.1~0.2mm程度の小さな隙間であり、また、ロール隙間部分のロールエッジ部は0.1~0.2mm程度の小さなコーナールを有して削成されるが、実質的にOP、間距離はロールiの溝縁部に対する半径a<sub>i</sub>と匹敵する。そして、同様にロール(i-1)の溝縁部及び溝底部に対する半径をそれぞれa<sub>i-1</sub>及びb<sub>i-1</sub>とする。このとき、本発明に係る冷間圧延装置では、溝底部に対する半径b<sub>i</sub>と溝縁部に対する半径a<sub>i</sub>との関係、及びa<sub>i</sub>とb<sub>i-1</sub>との関係が以下の式で与えられるような孔型を形成するロールを用いる。

$$\begin{aligned} a_i &> b_i \\ a_i / b_{i-1} &< 1 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0038】(1)式を変形するとa<sub>i</sub> - b<sub>i-1</sub> < 0となり、i番目の孔型は、そのロールの溝縁部に対する半径及び(i-1)番目のロールの溝底部に対する半径の差がマイナスになる所謂サイドリリーフマイナスの孔型となる。このサイドリリーフマイナスの孔型とは、孔型ロールの両溝縁部に逃がし部を与えてはいるが、溝縁部に対する半径a<sub>i</sub>を1スタンド前の溝底部に対する半径

$b_{i-1}$  よりも小さく設定したものであり、サイドリリーフマイナスの孔型のスタンドを配置することによって、ロール溝底部及び溝縁部において母管に対し、均一なる管軸求心方向への圧下が実現可能となる。

$$0.88 \leq b_i / b_{i-1} \leq 0.95 \quad \dots (2)$$

$$0.60 \leq (b_{i-1} - a_i) / (b_{i-1} - b_i) = \alpha \leq 0.90 \quad \dots (3)$$

【0040】(2)式において $b_i / b_{i-1}$ が0.88及び0.95であることは、スタンド当たりの外径圧下率がそれぞれ12%及び5%であることを意味しており、これは外径圧下率が12%を越えるとロール隙間への母管の噛み出しが発生し、また外径圧下率が5%未満の圧延は仕上げ用スタンドを除いて実質的に意味がないため上述した範囲とした。

【0041】また(1)式を変形すると $0 < b_{i-1} - a_i$ となり、(3)式のような範囲に $\alpha$ を規定すると、前述したサイドリリーフマイナスの孔型に対して適切なマイナスリリーフ量とすることを意味し、 $\alpha = 1$ のとき(3)式の定義により $a_i = b_i$ となり、孔型は真円孔型となる。偏肉の発生を防止するには真円孔型による全周からの完全なる均一な圧縮加工が理想であるが、この場合前記噛み出しが生じるため、 $\alpha$ の上限を噛み出しの生じない0.90とした。一方、 $\alpha$ の値が小さくなるにつれ、 $a_i$ が $b_i$ に対し大きくなり、孔型が真円形状からオーバル形状になっていく。そして、 $a_i$ が $b_i$ に対して大きくなり過ぎた場合は、4ロールを用いた圧延でも偏肉が生じ易くなり内面が角張るので、下限を母管内面に角張りが生じない0.60とした。

【0042】次に本発明方法及びその装置により鋼管の冷管圧延を行った結果について比較例を対照に説明する。なお比較例は4ロールを用いるものであるが、(1)式及び／または(2)、(3)式を満足していない場合の結果である。

【0043】図5及び図6は本実施例に用いたロールの溝縁部の形状の説明図であり、図5のように溝底部に接

＊【0039】更に本発明装置においては、各スタンドの孔型を前述した $a_i$ 、 $b_i$ 及び $b_{i-1}$ を用いて以下の(2)式及び(3)式にて与えられる範囲となるようにする。

する半径 $b_i$ の円周上に中心を有し、その半径が $2b_i$ の円弧に接する溝縁部がなす角度 $\theta$ を種々変化させるダブルアール孔型(DRタイプ)と、図6のように溝底部に接する半径 $b_i$ の円の中心と溝の最低部とを結ぶ線の上に中心を有し、その半径が $R$ の円弧にて描かれる溝縁部の前記半径 $R$ を種々変化させるシングルアール孔型(SRタイプ)との2タイプのロールを用いた。その他の条件は以下のようである。

鋼管 材質 : 低炭素鋼

寸法 :  $\phi 18\text{mm} \times 2\text{mm t}$

スタンド 数 : 6スタンド+仕上げスタンド

公称ロール径:  $\phi 140\text{mm}$

20 潤滑剤 水溶性ソルブル油

但し、仕上げスタンドは6番目のスタンドと同じ寸法の孔型をバスラインを軸に45度その位相を異ならせたものとした。また公称ロール径は相対向するロール軸間の距離である。

【0044】表1はその結果を示すものであり、表中圧延結果における符号は、噛み出しの項では噛み出しが発生しなかった場合を○で、発生した場合を×で、若干発生した場合を△でそれぞれ表しており、内面角張りの項では圧延後の鋼管の内径の最大値/最小値の比が1.15以上の場合を×で、1.10~1.15の場合を△で、1.10以下の場合を○でそれぞれ表している。

【0045】

【表1】

表 1

	テスト No.	孔 型		スタンド 当たり 圧下率	$\frac{b_1}{b_{1-1}}$	$\frac{a_1}{b_{1-1}}$	$\alpha$	圧延結果	
		タイプ	形 状					噛み 出し	内面角 張り
本発明例	1	DR	$\theta = 15^\circ$	10%	0.90	0.916	0.84	○	○
	2	DR	$\theta = 22.5^\circ$	10%	0.90	0.935	0.65	○	○
	3	SR	$R = 1.1r$	10%	0.90	0.924	0.76	○	○
	4	SR	$R = 1.15r$	10%	0.90	0.935	0.65	○	○
	5	SR	$R = 1.2r$	12%	0.88	0.924	0.63	○	○
比較例	6	DR	$\theta = 5^\circ$	10%	0.90	0.902	0.98	×	○
	7	DR	$\theta = 10^\circ$	10%	0.90	0.907	0.93	△	○
	8	SR	$R = 1.2r$	10%	0.90	0.945	0.55	○	△
	9	SR	$R = 1.4r$	10%	0.90	0.979	0.21	○	△
	10	SR	$R = 1.6r$	10%	0.90	1.007	-0.07	○	×
	11	SR	$R = 1.3r$	7%	0.93	0.996	0.06	○	△
	12	SR	$R = 1.4r$	7%	0.93	1.012	-0.17	○	×
	13	SR	$R = 1.2r$	13%	0.87	0.914	0.66	×	○

【0046】表1から明らかな如く本実施例ではSRタイプ、DRタイプいずれの孔型のロールを用いても、噛み出しが発生せず、また偏肉を抑制して圧延後の鋼管内面に角張りが無い。これに対して比較例では、スタンド当たりの圧下率が13%の場合及び(3)式における $\alpha$ が0.90を越えた場合、いずれも噛み出しが発生し、また $\alpha$ が0.60未満の場合は圧延後の鋼管内面に角張が発生した。

【0047】一方3ロール式冷管絞り圧延方法により、スタンド当たりの外径圧下率を10%として圧延を行ったところ噛み出しが発生した。外径圧下率が10%で噛み出しの発生を防止するには、サイドリリーフをプラスにしなければならず、この場合圧延後の角張りが発生した。サイドリリーフがマイナスで噛み出しの発生がない上限の外径圧下率は6%であったが、外径圧下率を6%にすると圧延後の角張りを防止することはできなかった。

【0048】このように、4ロールを有する隣合うスタンドのロールの溝の中央部及び縁部の半径に対して適正な範囲を設定することにより、噛み出しが発生することなく、かつ圧延後の角張りが無い冷間圧延を行うことができる。

【0049】なお、シングルアール孔型では、その孔型

曲率半径を溝底部での孔型半径 $b_1$ の1.05倍～1.20倍の間に設定する。即ち、孔型の曲率半径中心のパスライン中心に対するオフセット量 $e$ の範囲は

$$0.05b_1 < e < 0.20b_1$$

であることが望ましい。これは、オフセット量 $e$ が $0.20b_1$ を越える場合は孔型の長短半径比が大きすぎるために圧延中に偏肉が発生を避し、一方、オフセット量 $e$ が $0.05b_1$ 以下の場合は孔型形状が真円に近すぎるために圧延中にロール隙間への噛み出しが生じるためである。

【0050】以上のようなシングルアール孔型を形成するロールでは、曲率半径が一定なので、ロールユニットにロールを組み込んだ状態でディスクカッターによるロール孔型削成が可能である。これにより、ロールユニットの組立ての手間が省け、また、ロールの幅方向の微調整及び組立て精度には無関係にロール孔型を削成することができる。

【0051】表2は、孔型の短半径に対する長半径の比( $a_1/b_1$ )をどの程度1に近づける必要があるかを判定した結果を示した表であり、上述と同様に、1スタンド当たりの外径圧下率を10%として7スタンドの連続圧延を実施して比較した。内面角張りの項は、上述と同様に圧延後の鋼管の内径の最大値/最小値の比が1.15以

30

40

50

上の場合を×で、1.10以下の場合を○でそれぞれ表している。表2から明らかなように、孔型の短半径に対する長半径の比は

$$1 < a_1 / b_1 \leq 1.050$$

であることが望ましい。

【0052】

【表2】

表 2

$e / b_1$	$a_1 / b_1$	内面角張り
0.10	1.027	○
0.15	1.039	○
0.20	1.050	○
0.25	1.061	×

【0053】以上の如く、4つのロールを供えたスタンドを用い、ロールの溝底部及び縁部に対する半径を上述の条件を満たすべく設定することにより、被圧延管の全周にわたって均一に圧下することができる。

【0054】次に、本発明の他の実施例をこれを示す図面に基づいて具体的に説明する。図7(a)はバスラインを形成するスタンドの部分正面視図、図7(b)は母管を圧下しているロールの部分側面視図であり、これらは本発明における母管の外径とロール溝底直径の比及び母管の圧下を説明する概念図である。スタンドの構成及び各スタンドの配列状態は、上述の図1及び図2に示した冷間絞り圧延機と同様であり、対応する部分に対応する符号を付してその説明を省略する。

【0055】図7(a)、(b)に示すように、孔型215を形成する4つのロール211、212、213、214は図示しない各ロール軸の軸心 $c_1$ からロール溝底までの距離がそれぞれ $D_1/2$ であり、母管Aはその中心軸 $c_1$ から外周面までの距離が $D_1/2$ である。そしてこれらの比である $D_1/D_2$ が5以上となるような $D_1$ としたロール211、212、213、214を用いる。そして1スタンド当たりの外径圧下率を12%以下にする。

【0056】本発明では前述の如く母管Aの全周にわたって略均一なる圧下を行い得るため、従来の3ロールの場合の如く $D_1/D_2$ を10以上にして得た張力を利用することによって圧延後の内面角張りを抑制する必要がない。従って本発明では、 $D_1/D_2$ の値を孔型への母管Aの噛み込み不良が発生しない最低値である5以上とすることによって、4ロールにて安定なる圧延を実現することができる。なお本発明において $D_1/D_2$ の値を7以上にすると、外径縮小による管内の増加を抑制し得る。

【0057】また本発明ではスタンド当たりの外径圧下率を従来より高くすることができるが、外径圧下率を12%以上にするとロールのスリップが発生し、これを防ぐために $D_1$ を大きくしてもロール縁部への母管Aの噛み出しが発生するため、外径圧下率の上限値は12%とした。

【0058】一方入側スタンドのロールの速度より出側スタンドのロールの速度を増速させることによってスタンド間の張力を得ることができる。4ロールを用いた場合、張力を得なくても偏肉の発生を防止できるが、張力を得ると外径縮小による管内の増加を抑制することができる。そこで本発明では入側スタンドのロールの速度及び出側スタンドのロールの速度の比を、スタンド間に張力が作用しない速度の比を基準速度比としてこの基準速度比から基準速度比の1.8倍に設定した。両スタンドのロールの速度の比をこの範囲となるように各スタンドの速度を漸次増速することによって、ロールがスリップすることなく所要の張力を得ることができる。

【0059】次に本発明方法により鋼管の冷管圧延を行った結果について説明する。図8は用いたロールの溝縁部の形状の説明図であり、以下の数値例では図8のように溝底部に接する半径 $b_1$ の円周上に中心を有し、その半径が $2b_1$ の円弧に接する溝縁部がなす角度が20度のDRタイプのロールを用いた。

(数値例1)

鋼管 材質 : 低炭素鋼

寸法 :  $\phi 16\text{mm} \times 2\text{mm}$

スタンド 数 : 5スタンド

公称ロール径 :  $\phi 120\text{mm}$

第1スタンドロール溝底直径/母管外径:  $D_1/D_2$   
 $\approx 6.6$

但し、公称ロール径は相対向するロール軸間の距離である。

【0060】このような条件下において、1スタンド当たりの外径圧下率を8、10、12、14%として連続圧延を行った。その結果、1スタンド当たりの外径圧下率が8、10、12%の場合は、圧延後の内面の角張りがなく、またロール溝縁部への母管の噛み出しもなかった。しかし1スタンド当たりの外径圧下率が14%の場合は、前記噛み出しが発生した。

【0061】(数値例2)

鋼管 材質 : 低炭素鋼

肉厚 : 1.5 または 2.0 mm

スタンド 数 : 5スタンド+仕上げスタンド

公称ロール径:  $\phi 120\text{mm}$

外径圧下率 : 略10%/スタンド

但し、仕上げスタンドは5番目のスタンドと同じ寸法の孔型をバスラインを中心に45度その位相を異ならせたも

のとした。

【0062】このような条件下において、鋼管外径 $D_1$ 、(図4参照)を $\phi 16, 18, 20, 22, 24\text{mm}$ としこれに対するロール溝底直径 $D_2$ を $\phi 105.6, 103.8, 102.0, 100.2, 98.4\text{mm}$ とした。このように $D_1/D_2$ 比を、それぞれ6.6, 5.8, 5.1, 4.6, 4.1とした結果、 $D_1/D_2$ 比が5.0を越えると鋼管の肉厚に拘らずに鋼管をロールが噛み込むことができたが、 $D_1/D_2$ 比が5.0以下の場合は噛み込み不良を生じた。

【0063】(数値例3)

鋼管 材質 : S50C

寸法 :  $\phi 16\text{mm} \times 2\text{mm t}$

スタンド 数 : 5スタンド+仕上げスタンド

公称ロール径 :  $\phi 120\text{mm}$

第1スタンドロール溝底直径/母管外径:  $D_1/D_2$ ,  $\approx 6.6$

外径圧下率 : 略9%/スタンド

孔型バススケジュール:  $\phi 14.7 \rightarrow 13.3 \rightarrow 12.0 \rightarrow 10.9 \rightarrow 10.0 \rightarrow 10.0\text{mm}$

(ロール溝底間寸法)

【0064】このような条件下において、ロールの周速比をスタンド間の張力が略0である基準速度比となるようにロール周面の減面率に応じて設定すると、第6スタンドのロールの周速は第1スタンドのロールの周速の1.5倍であった。この場合圧延後の鋼管の寸法は $\phi 1.5\text{mm} \times 2.5\text{mm t}$ であった。そして第6スタンドのロールの周速を第1スタンドのロールの周速の2.0, 2.4, 2.7, 3.0倍、即ちそれぞれ基準速度比の1.3, 1.6, 1.8, 2.0倍とした結果、基準速度比の1.8倍までは外径縮小による管肉の増加を抑制することができたが、基準速度比の1.8倍を越えるとロールのスリップが生じてロール表面への鋼管の焼付が発生した。

【0065】なお、数値例2のように $D_1/D_2$ をスタンド毎に異ならせる場合は、公称ロール径を一定に設定するか、又は複数に設定することができる。図9及び図10は、本発明に係る冷間絞り圧延機の4つのロールを有するスタンドの配列を説明する模式図である。図9は公称ロール径を一定に設定した場合であり、図10は公称ロール径を2種類で設定した場合である。図中、201, 202, ... 208及び251, 252, ... 258はスタンドであり、スタンドNo. 1, 2, 3, ... 8の順に $\phi 20\text{mm}$ の母管が圧延される。なお、これらの図において各スタンドが有するロールを同方向に記しているが、実際には隣接するスタンドで位相 $45^\circ$ づつ異ならせている。

【0066】これらのスタンドが有するロールの溝底部における半径 $D_1$ 、スタンド入り側での管外径 $D_2$ 、及び $D_1/D_2$ を表3に示す。

【0067】

【表3】

スタンドNo.	1	2	3	4	5	6	7	8
$D_1$ (mm)	102	103.8	105.4	106.9	108.2	109.4	110.4	110.4
$D_2$ (mm)	20	18	16.2	14.6	13.1	11.8	10.6	9.6
$D_1/D_2$	5.1	5.8	6.5	7.3	8.3	9.3	10.4	11.5
$D_1$ (mm)	102	103.8	105.4	106.9	108.2	109.4	110.4	110.4
$D_2$ (mm)	20	18	16.2	14.6	13.1	11.8	10.6	9.6
$D_1/D_2$	5.1	5.8	6.5	7.3	8.3	9.3	10.4	11.5

表 3

【0068】表3に示すように、公称ロール径を一定に設定した場合では、後半スタンドで $D_1/D_2$ が大きくなり、またロール径が大きくなるに伴って不要に設備が大きくなるが、スタンドの互換性及び部品の共通化を図り、1つの架台でバスラインを形成できる。また、公称ロール径を $\phi 120\text{mm}$ と $\phi 80\text{mm}$ の2種類で設定した場合では、 $D_1/D_2$ に大きな差を生じず、後半スタンドで公称ロール径を小さく設定しているために後半スタンドでロール径を小さくできる。

【0069】次に、本発明の他の実施例をこれを示す図面に基いて具体的に説明する。図11は本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図であり、図12は圧延装置の下流側での構造を拡大して示した断面図である。

図に示した圧延装置では9つのスタンド301, …309を配してタンデムに配置されており、各スタンドはそれぞれの孔型を一致させ、各スタンドが有するロール311…319は上流のスタンドのロールに対してバスラインを中心に相対的に45度その位相を異ならせて配されている。

【0070】図中309は仕上げスタンドである最下流側スタンドであり、最下流側スタンド309の出側にはダイスホルダ321にて把持されたダイス322が固定されている。最下流側スタンド309を構成するロール319の駆動により圧延された管材320が、ダイス322の入側に固定されたガイド323にて案内され、ダイス322の円孔に挿入されて所望の寸法にサイジングされるようになっている。

【0071】また、孔型を形成するロールの周面に削成される溝の両端部には、溝縁部の孔型半径を溝底部の孔型半径よりも大きくしている。これにより、ロール間の隙間への母管の噛み出し及び溝縁部での管への疵を防止する。さらに、ロールが前述したサイドリリーフマイナスの孔型を形成することにより、ロール溝底部及び溝縁部において母管に対する管軸求心方向への圧下が均一になる。このようなロールの形状、孔型及び駆動方法は上述の実施例と同様であり、詳細な説明を省略する。 \*

$$L \leq 6 \sqrt{[ \{ d_1^4 - (d_1 - 2t)^4 \} / (d_1^2 - d_2^2) ]} \cdots (5)$$

この結果を表4に示す。

【0074】

\*【0072】以上のような装置を用いて以下の条件にて管を製造した。

鋼管 材質 : 低炭素鋼  
寸法 :  $\phi 18\text{mm} \times 2.0\text{mm t}$   
スタンド 数 : 8スタンド+仕上げスタンド

公称ロール径:  $\phi 140\text{mm}$

潤滑剤 : 水溶性ソルブル液のオンライン塗布

孔型バススケジュール:  $\phi 18 \rightarrow 16.2 \rightarrow 14.6 \rightarrow 13.2 \rightarrow 11.9 \rightarrow 10.8 \rightarrow 9.7 \rightarrow 8.8 \rightarrow 8.0 \rightarrow 8.0$ (仕上げ用)mm

最下流側スタンド出側での管材平均外径:  $d_1$

ダイス 径 :  $d_2$

最大外径圧下率  $r$ : 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5

最下流側スタンドとの距離  $L$ : 80, 169, 240 mm

【0073】但し、仕上げスタンドは8番目のスタンドと同じ寸法の孔型をバスラインを中心に位相を略45度異ならせたものとした。最下流側スタンド出側のダイスによる最大外径圧下率  $r$  は以下の式で求める。

$$r = (d_1 - d_2) / d_1 \times 100(\%) \cdots (4)$$

20 最下流側スタンドの孔型中心からダイス入口までのバスライン方向の距離を  $L$  とし、次の条件式を判定基準とした。

【表4】

表 4

	r (%)	L (mm)	条件式(mm)	焼き付き	座 屈
実施例	0.5	80	461	○	○
		160		○	○
		240		○	○
	1.5	80	267	○	○
		160		○	○
		240		○	○
	2.5	80	207	○	○
		160		○	○
		240		○	×
比較例					
実施例	3.5	80	176	○	○
		160		○	○
比較例		240		○	×
実施例	4.5	80	155	○	○
		160		○	×
		240		○	×
比較例	5.5	80	141	×	○
		160		×	×
		240		×	×

【0075】表4において、‘○’は焼き付き又は座屈が生じなかったことを示し、‘×’は焼き付き又は座屈が生じたことを示している。なお比較例は4ロールを用いるものであるが、(4)式の $r$ が5%を超える場合及び/または(5)式を満足していない場合の結果である。また、条件式とは管材平均外径 $d_1$ 、ダイス径 $d_2$ 及び管材厚み $t$ にて求められる(5)式の値である。

【0076】表4から明らかなように、本実施例では比較例に比べて偏肉がなくかつ外径精度が高い小径管を焼き付き及び座屈を生じずに製造することができた。又、管材外面にはソルブル油を塗布するだけで十分であり、抽伸法にて必要とされる潤滑下地処理は不要である。

【0077】比較例であるダイスの外径圧下率 $r$ が5.0%を超える場合は、ダイスでの押し出し抵抗が高く、最下流側スタンドのロールとダイスとの距離を近くすることにより、座屈は防止できたが、管材の尻抜け時に2スタンド上流側でスリップが発生してロール間で管材が停

止した。これにより管材がロール表面に焼き付く現象が生じた。外径圧下率 $r$ が7%の場合は、ダイスでの焼き付きが生じ、また座屈を防止することもできなかった。

【0078】また、外径圧下率 $r$ が5.0%の場合でも、ダイスを最下流側スタンドのロール間近に配置せずに、その距離 $L$ が(5)式に示した条件式を満たさない場合は、ダイスとロールとの間で管材に座屈が生じたり、ダイスの圧下にて管材に焼き付きが発生し、管材の表面に疵が生じた。

【0079】また、外径圧下率 $r$ が0.5%以下では、表4には記載していないが、ダイスの全周に管材が接触しない箇所が発生し片当たりとなる。これにより管材に縦筋が生じることがあった。

【0080】さらに、比較例として、3ロール式冷間絞り圧延方法により、スタンド当たりの外径圧下率を10%として圧延を行ったところ、連続圧延の際に噛み出しが発生した。この噛み出しを防止するためにサイドリリー

フラスの孔型を用い、溝両縁部に対する孔型半径を大きく設定して逃がしを与えたが、サイドリリーフをプラスにしたために管材に偏肉が生じ、管材の内面が6角形に角張った。また、サイドリリーフマイナスの孔型で外径圧下率を6%に設定した場合は噛み出しは防止できたが、管材の内面が6角形に角張った。

【0081】以上の結果から、4ロール連続絞り圧延機により圧延された管材をダイスでサイジングすることにより、抽伸法と同程度の高い外径精度、例えば $\phi 10 \pm 0.02\text{mm}$ といった抽伸法並みの外径精度と肉厚精度とを有して管が製造されることが判る。なお、ダイスによるサイジングを施さない場合の外径精度は、 $\phi 10 \pm 0.05\text{mm}$ 程度である。また、1バスの連続圧延で50~70%といった高加工度の絞り圧延が実施できるので、極めて能率良く連続的な圧延が実施できる。さらに、サイジングにより外径真円度が高くなるので、スタンド当たり10%程度の高い外径圧下率を設定しても偏肉の発生なしに圧延できる。

【0082】図13は、本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図である。図中324はピンチロールであり、ダイス322のさらに下流側に配されている。ピンチロール324は管材を挟んで2つのローラが対向配置され、これらのローラの移動によりローラ間距離を変動可能としている。このピンチロール324は、タイマー機能を有する駆動部326から信号が入力されてから所定時間後にローラが回転し、同時に2つのローラ間距離を縮小して管材を保持するようになっている。

【0083】そして、最上流側スタンド311の入側には、光センサである検知装置325が配設されている。検知装置325は被圧延管の尾端部を検知して、信号を駆動部へ与え、駆動部326は所定時間、即ち尾端部が最上流側スタンドを通過してから最下流側スタンドの出側に位置するまでの時間が経過後に、上述したようにピンチロール324へ信号を入力するようになっている。その他の構成は図11、図12に示した装置と同様であり、その説明は省略する。

【0084】例えば、連続製造での最終の管を製造する場合に、ダイスの押し抜き抵抗により、最下流側スタンドのロールとダイスとの間で尾端部が停止することがある。このような場合に上述の構成の装置を用いると、まず、母管の尾端部が最上流側スタンド311に挿通され、検知装置325がこれを検知して信号を駆動部326に入力する。そして、駆動部326に設定された所定時間後の尾端部が停止する寸前に、駆動部326から信号がピンチロール324へ入力される。ピンチロール324は縮径された管材を保持して回転し、停止した尾端部を送り出す。尾端部を送り出した後、再びピンチロール324のローラ間距離を広げ回転を停止させる。

【0085】このように、母管の尾端部が停止することなく連続製造を行うことができる。尾端部を検知する検

知装置を備えず、管材が常にピンチロールにて保持されるような構成であっても良いが、検知手段を備えて最小限に必要な尾端部のみを送り出す方が、無用な疵を与えない。なお、ピンチロール324にて引き抜く部分は、例えば管材が5~10mに対して尾端部は100~200mmである。

【0086】また、上述の実施例では管の尾端部を検知する検知装置として光センサを1つ備えているが、これに限るものではなく、静電容量式近接センサのような検知装置であっても良く、複数個の検知装置をスタンド入側に備えても良い。

【0087】また、連続製造において、後続の管の先端が先行の管の尾端部に連なることにより、尾端部が停止せずにダイスから押し出されるような場合、又は管材の圧延速度が早くダイスの圧下量が小さいことにより、管材の慣性力のみで尾端部がダイスを通過するような場合は、ピンチロールを備える必要はない。

【0088】また、管材をコイル状に扱う場合には、出側に配した巻取機に、管の先端部をコイル状に巻付けることも可能である。この場合は、尾端部のダイスからの引き抜きは巻取機の回転トルクによってなされるので、上述のピンチロールは不要となる。

【0089】図14は、本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図である。図中322は最下流側のスタンド319に底されたダイスであり、このダイス322の下流側にローラテーブル327が配設されている。ローラテーブル327は複数のローラが回転可能に並設されたものであり、ダイス322にてサイジングされた管をローラテーブル327の上面にて移動させることにより、管の搬送を行う。このとき、ローラテーブル327の管の送り速度を管の圧延速度よりも若干早く設定することにより、管の搬送を能率良く行うことができる。その他の構成は図11、図12に示した装置と同様であり、その説明は省略する。

【0090】以上に述べた本発明に係る管の圧延装置及び圧延方法は、例えば溶接管の製造工程においても適用できる。溶接管を製造する際、その仕上がり寸法が異なる毎に溶接成形ロールの種類をバスシリーズ単位で取り替えたり、又は複数種類のロール夫々のロール間距離等のロール条件を変更する必要があるため、このために、ロールスタンドを組立てる手間を有したり、連続溶接管の尾端部及び先端部が規格外の製品となり歩留りを低下させることになる。そこで、溶接管を一定寸法で溶接し、この溶接管が本発明装置の最上流側スタンドを挿通すべく構成することにより、本発明装置のロールユニットの配列を変更するだけで、溶接成形ロールの取り替えを行うことなく、容易に仕上がり寸法を変更できるので、高歩留りにて溶接管を製造することができる。

【0091】

【発明の効果】以上詳述した如く本発明の管の圧延方法

及び装置にあっては、孔型を形成するロールの溝を中央部の半径より縁部の半径を長くしているので、圧延後管の内面に角張りを生じることなく冷間圧延を行え、寸法精度及び表面品質の高い製品を製造することができ、かつ歩留りも向上する。またスタンド当たりの圧下率を高く設定できるため、総スタンド数を減じることができ設備コストを少なくできる等、本発明は優れた効果を奏する。

【0092】また、被圧延管の外径に対するロールの直径を3ロール式より小さくし得るため、設備が小さくなり設備コストを少なくでき、スタンド間隔も短くできるので被圧延管のオフゲージが少なくなり、また被圧延管の外径圧下率を大きくし得るため、所定の外径に縮小するに要する総スタンド数を少なくすることができ、更にロールがスリップすることなくスタンド間の張力が得られるため、被圧延管の外径縮小にて生じる増肉を抑制し得る等、本発明は優れた効果を奏する。

【0093】さらに、ロールの溝を中央部の半径より縁部の半径を長くした孔型の4ロールを用いて圧延後、最下流側のスタンド出側に固定したダイスによる軽圧下の外径サイジングにより、口絞り工程を行うことなく、抽伸法と同程度の高い外径真円度が得られるので、高寸法精度及び高歩留りで管の製造が可能となる。さらにまた、サイジングにより外径の真円度は高く、仕上げ用のスタンドを最終に1台備えれば、数少ないスタンドで所望の寸法に縮径することができるので、仕上げ寸法毎に別々のパスシリーズを用いる必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る冷間絞り圧延機の孔型の構成例を示す正面図である。

【図2】本発明に係る冷間絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式図である。

【図3】ロール隙間部の中空母管に作用する応力の状態をベクトルで表した模式図である。

【図4】本発明に係る孔型形状を説明する模式図である。

【図5】本実施例に用いたロールの溝縁部の形状の説明図である。

【図6】本実施例に用いたロールの溝縁部の形状の説明図である。

【図7】本発明に係る圧延機のスタンドの部分正面視図\*

\* 及びロールの部分側面視図である。

【図8】本実施例で用いたロールの溝縁部の形状の説明図である。

【図9】本発明に係る冷間絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式図である。

【図10】本発明に係る冷間絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式図である。

【図11】本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図である。

10 【図12】本発明に係る管の圧延装置の下流側での構造を拡大して示した断面図である。

【図13】本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図である。

【図14】本発明に係る管の圧延装置の構成を示す模式図である。

【図15】従来の冷間抽伸法に用いる装置構成を示した模式的側面図である。

【図16】従来の絞り圧延機のスタンドの配列を説明する模式的側面図及び模式的正面図である。

20 【図17】3ロール式の絞り圧延機に使用される孔型を示す断面図である。

【図18】管材の断面の内面形状を示す模式図である。

【図19】従来の圧延機のスタンドの部分正面視図及びロールの部分側面視図である。

【符号の説明】

111, 112, 113, 114, 211, 212, 213, 214 ロール

111a, 112a, 113a, 114a ロール軸

111b, 112b, 113b, 114b 溝

30 110, 210 ロールハウジング

115, 215 孔型

116 インターナルギア

301, 309 スタンド

311, 319 ロール

321 ダイスホルダ

322 ダイス

323 ガイド

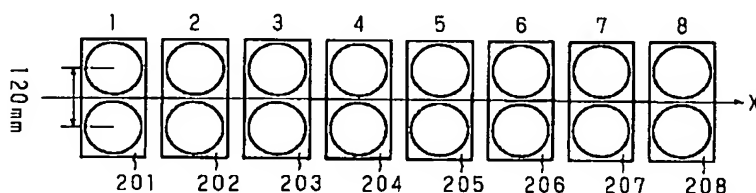
324 ピンチロール

325 検知装置

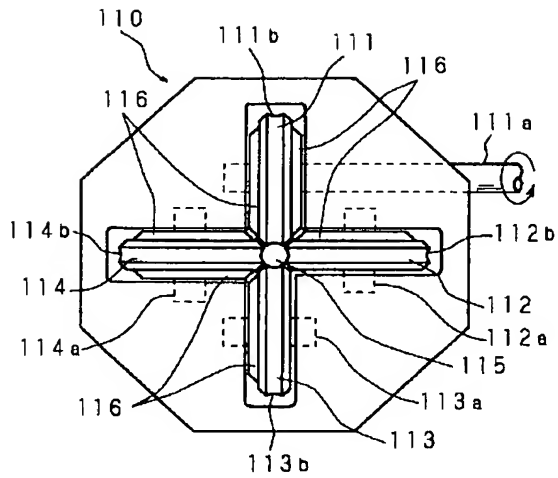
40 326 駆動部

327 ローラテーブル

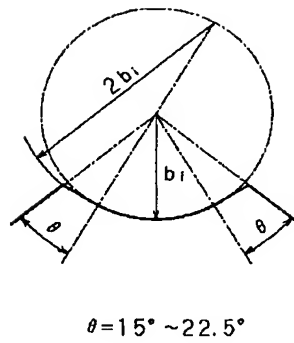
【図9】



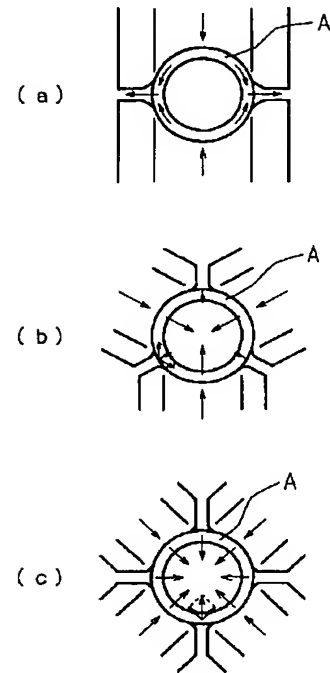
【図1】



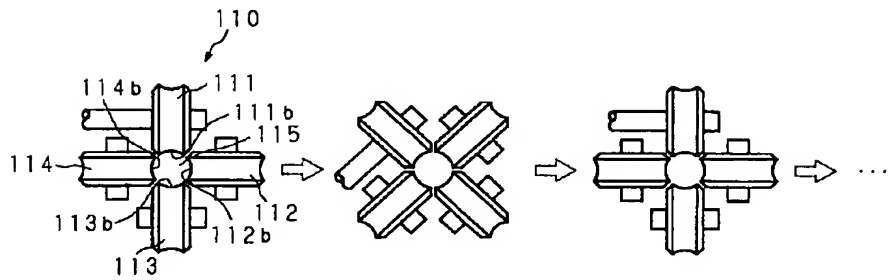
【図5】



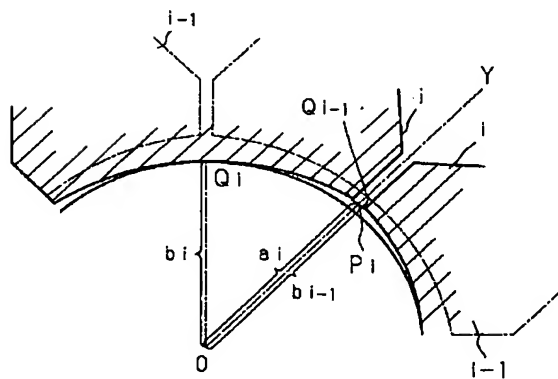
【図3】



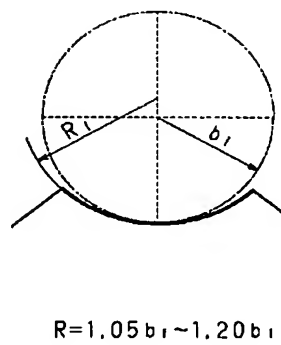
【図2】



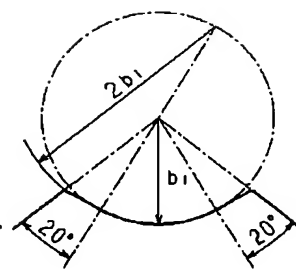
【図4】



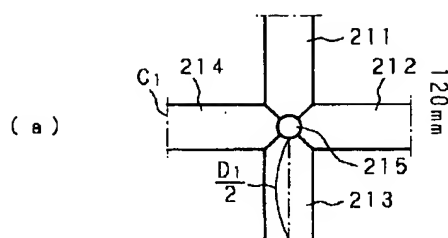
【図6】



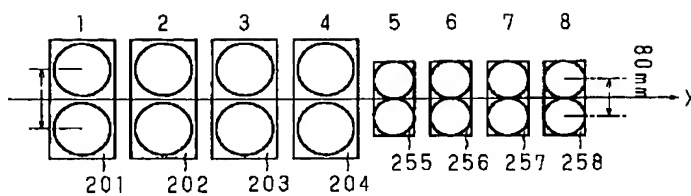
【図8】



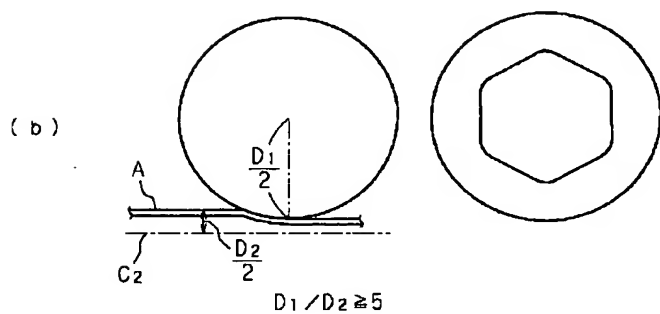
【図7】



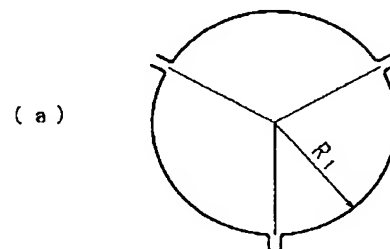
【図10】



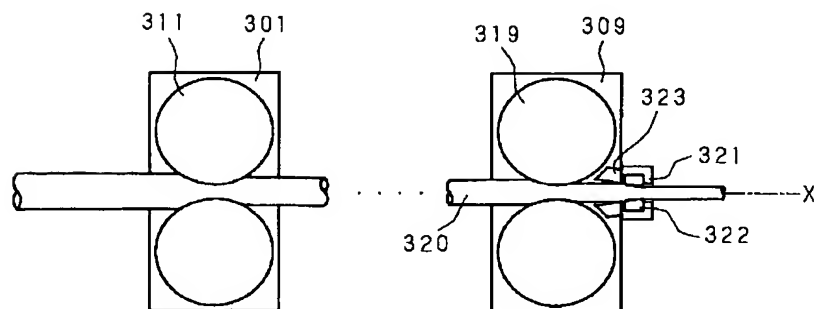
【図18】



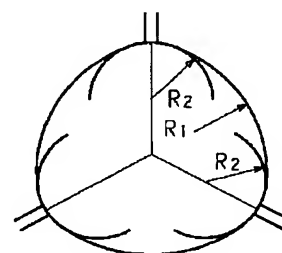
【図17】



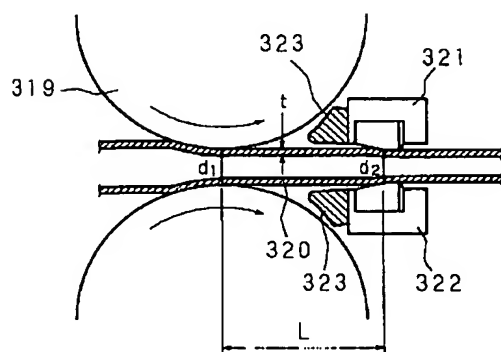
【図11】



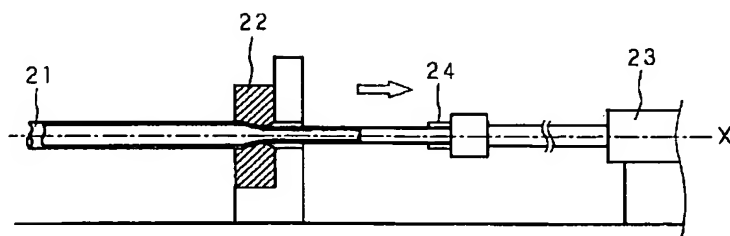
(b)



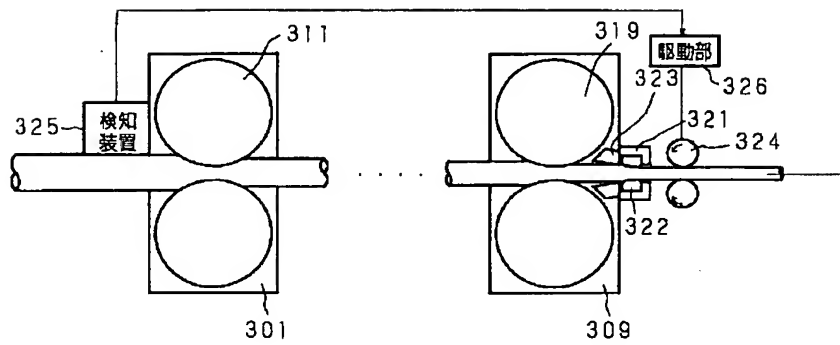
【図12】



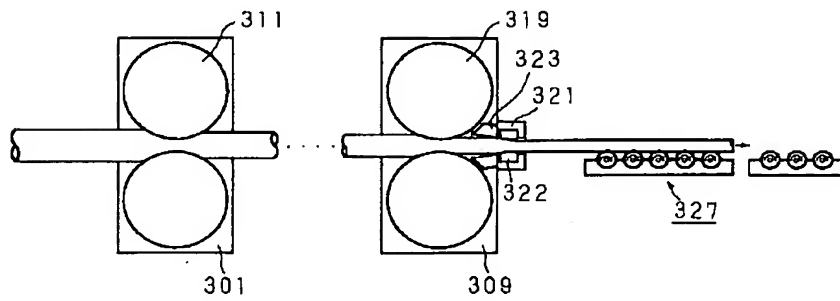
【図15】



【図13】

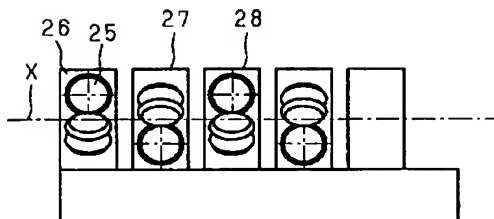


【図14】

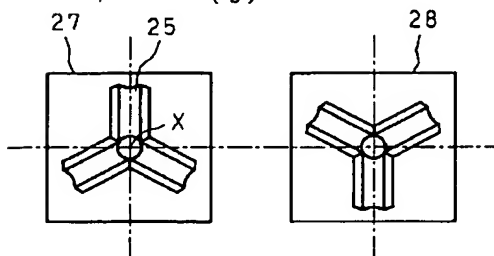


【図16】

(a)

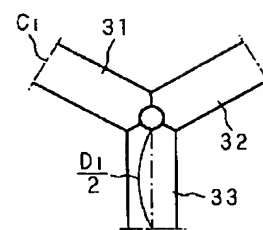


(b)

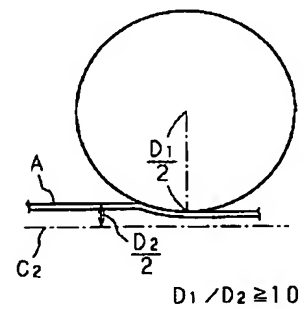


【図19】

(a)



(b)



【手続補正書】

【提出日】平成5年11月19日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】このような、3ロールから成るオーバル孔型及びラウンド孔型を備えるスタンド間では、その速度比を単スタンドでの管材の延伸率に比べて大きく設定することによりスタンド間の管材に張力を与えつつ、これらのスタンドに母管を連続的にパスさせて所要の外径に縮小する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】なお、シングルアール孔型では、その孔型曲率半径を溝底部での孔型半径 $b_1$ の1.05倍～1.20倍の間に設定する。即ち、孔型の曲率半径中心のパスライン中心に対するオフセット量 $e$ の範囲は

$0.05b_1 \leq e \leq 0.20b_1$

であることが望ましい。これは、オフセット量 $e$ が $0.20b_1$ を越える場合は孔型の長短半径比が大きすぎるために圧延中に偏肉が発生を避け、一方、オフセット量 $e$ が $0.05b_1$ 以下の場合は孔型形状が真円に近すぎるために圧延中にロール隙間への噛み出しが生じるためである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

\*

$$L \leq 6 \sqrt{[ \{ d_1^4 - (d_1 - 2t)^4 \} / (d_1^2 - d_2^2) ]} \cdots (5)$$

この結果を表4に示す。

\*【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】このような条件下において、ロールの周速比をスタンド間の張力が略0である基準速度比となるように管材の減面率に応じて設定すると、第6スタンドのロールの周速は第1スタンドのロールの周速の1.5倍であった。この場合圧延後の鋼管の寸法は $\phi 15\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ であった。そして第6スタンドのロールの周速を第1スタンドのロールの周速の2.0、2.4、2.7、3.0倍、即ちそれぞれ基準速度比の1.3、1.6、1.8、2.0倍とした結果、基準速度比の1.8倍までは外径縮小による管内の増加を抑制することができたが、基準速度比の1.8倍を越えるとロールのスリップが生じてロール表面への鋼管の焼付が発生した。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】但し、仕上げスタンドは8番目のスタンドと同じ寸法の孔型をパスラインを中心に位相を略45度異ならせたものとした。最下流側スタンド出側のダイスによる外径圧下率 $r$ は以下の式で求める。

$$r = (d_1 - d_2) / d_1 \times 100(\%) \cdots (4)$$

最下流側スタンドの孔型中心からダイス入口までのパスライン方向の距離を $L$ とし、次の条件式を判定基準とした。

フロントページの続き

(72)発明者 林 千博

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内